

発明の名称

直線移動機構およびこれを用いた搬送ロボット

発明の背景

5 1. 発明の分野

本発明は、搬送ロボットに関する。特に本発明は、薄板状のワークを直線的に搬送するように構成された搬送ロボットに関する。

2. 関連技術の説明

搬送ロボットは、例えば、半導体装置や液晶表示パネルの製造工程において、
10 所定の処理室への薄板状ワーク（ウエハ、ガラス基板など）の搬入あるいは当該処理室からの搬出を自動的に行うために用いられる。このような搬送ロボットとしては、ワークを直線経路に沿って移動させる機構（直線移動機構）を有するロボットが多用されている。一般に、このような直線移動型ロボットは、
15 いわゆる多関節ロボットに比較して構成が簡単であり、安価である。搬送ロボットに用いられる直線移動機構の一例が、特開平10-6258号公報に示されている。

直線移動機構は、例えば、本願の図36に示すように、協働する2つの平行四辺形リンクを有している。具体的には、ベースプレート91に対し、軸O1を中心として第1主リンクアーム92が揺動可能に支持されているとともに、
20 軸O2を中心として第1副リンクアーム93が揺動可能に支持されている。第1主リンクアーム92と第1副リンクアーム93の先端は、中間プレート96に連結されている。第1主リンクアーム92は、軸O3を中心として揺動可能である。第1副リンクアーム93は、軸O4を中心として揺動可能である。これらベースプレート91、第1主リンクアーム92、第1副リンクアーム93
25 および中間プレート96により、第1の平行四辺形リンクが構成されている。同様に、第2の平行四辺形リンクが、上記中間プレート96に加えて、第2主リンクアーム94、第2副リンクアーム95およびワーク支持ベース97によ

搬送ロボットの基本構造を変更することなく上記問題を解決するためには、搬送ロボットの各部をより剛性のある材料を用いて形成したり、より高精度の部品（例えば軸受）を採用したりせざるをえない。しかしながらこのことは、大幅なコストアップにつながる。

- 5 図36に示す構成には、以下のような問題もある。すなわち、プロング98に載置されるワークWが加熱されている場合、ワークWからの輻射熱によって第2主リンクアーム94および第1主リンクアーム92が熱膨張する。しかしながら、第2主リンクアーム94は第1主リンクアーム92よりもワークWに相対的に近い位置にあるため、第2主リンクアーム94の熱膨張の度合いは、
10 第1主リンクアーム92よりも大きくなる。その結果、第2主リンクアーム94と第1主リンクアーム92との長さが異なることになり、そのためにワークWを所定の直線移動経路に沿ってスムーズに移動できなくなるという問題が生じる。また、移動経路の長さは、第1主リンクアーム92の長さ第2主リンクアーム94の長さに依存する。しかしながら、図36の構成（アーム92および94の長さが等しい）によれば、ワークWの移動距離を長くしようとすれば、2つのアーム92、94をともに長くする必要がある。

発明の概要

- 本発明は、上述した事情のもとで考え出されたものである。そこで本発明は、
20 ワークの直線移動を適切に行うことができる直線移動機構を提供することをその課題とする。また、本発明の別の課題は、このような直線移動機構を備えた搬送ロボットを提供することにある。

- 本発明の第1の側面により提供される直線移動機構は、水平直線状の移動経路が設定されたガイド部材と、上記移動経路に沿って移動可能な移動部材と、
25 上記移動部材を駆動する駆動機構と、を具備している。上記駆動機構は、第1垂直軸を中心として回転する第1リンクアームと、第1端および第2端を有する第2リンクアームと、を含む。上記第1垂直軸は、上記移動経路および上記

移動経路に平行な平行線のいずれかの上に位置している。上記第1端は、上記第2リンクアームが水平面内で回転するように上記第1リンクアームに連結されており、上記第2端は、上記第2リンクアームが水平面内で回転するように上記移動部材に連結されている。

- 5 上記直線移動機構には、水平直線状の移動経路が設定されたガイド部材が設けられている。このガイド部材により、上記移動部材の移動行程を規定することができる。したがって、上記移動部材にワークを支持した状態で、上記移動部材を適切に直線移動させることが可能である。

- 好ましくは、上記第1リンクアームが上記第1垂直軸を中心として回転される場合において上記第2リンクアームと上記移動部材との連結部が描く軌跡は、
10 上記移動経路と一致する、あるいは、上記移動経路に平行な平行線と一致する、あるいは、上記移動経路に略沿って延びる弧線と一致する、のいずれかである。

- 好ましくは、上記駆動機構は、上記第1垂直軸と異なる第2垂直軸を中心として回転可能な副リンクアームと、上記第1リンクアームおよび上記副リンク
15 アームがそれぞれ第3垂直軸および第4垂直軸を中心として回転可能に連結される中間リンクと、を備えている。平行四辺形リンク機構が、上記第1リンクアーム、上記副リンクアームおよび上記中間リンクによって構成される。また、上記中間リンクには、上記第2リンクアームが、上記第3垂直軸と上記第4垂直軸を通る直線上に位置する第5垂直軸を中心として回転するように連結され
20 ており、上記第2リンクアームは、第6垂直軸を中心として回転するように上記移動部材に連結されている。さらには、上記第5垂直軸と上記第6垂直軸との離間距離は、上記第1垂直軸と上記第3垂直軸との離間距離と等しく設定されている。

- 好ましくは、上記第2リンクアームは、上記第6垂直軸が上記移動経路と交
25 差する方向に変位可能であるように上記移動部材に連結されている。

好ましくは、本発明の直線移動機構は、上記移動部材に支持され、かつ、上記移動経路に沿って移動可能な補助移動部材をさらに具備している。この構成

において、上記第2リンクアームは、上記第5垂直軸および上記第6垂直軸を通る線上に位置する第7垂直軸を中心として回動可能であるように上記補助移動部材に連結されている。上記第2リンクアームは、上記第7垂直軸が上記移動経路と交差する方向に変位可能であるように上記補助移動部材に連結されている。上記第1リンクアームが上記第1垂直軸を中心として回動する場合において、上記第7垂直軸が描く軌跡は、上記移動経路に略沿って延びる弧線と一致する。

好ましくは、本発明の直線移動機構は、上記移動部材に支持され、かつ、上記移動経路に沿って移動可能な補助移動部材をさらに具備している。この構成において、上記平行四辺形リンク機構には、上記中間リンクより外側において、上記第1リンクアームおよび上記副リンクアームに第8垂直軸および第9垂直軸を中心として回動可能に連結された補助中間リンクが含まれている。この補助中間リンクには、上記第8垂直軸と上記第9垂直軸を通る直線上に位置する第10垂直軸を中心として回動可能な第3リンクアームが連結されている。さらに、この第3リンクアームは、上記補助移動部材に対し、第11垂直軸を中心として回動可能に連結されている。上記第10垂直軸と上記第11垂直軸との離間距離は、上記第1垂直軸と上記第8垂直軸との離間距離と等しく設定されている。

好ましくは、上記駆動機構は、上記第1垂直軸と異なる第2垂直軸を中心として回動可能な副リンクアームと、上記第1リンクアームおよび副リンクアームがそれぞれ第3垂直軸および第4垂直軸を中心として回動可能に連結される中間リンクと、を備えている。平行四辺形リンク機構が、上記第1リンクアーム、上記副リンクアームおよび上記中間リンクによって構成される。上記中間リンクには、上記第2リンクアームが、上記第3垂直軸と上記第4垂直軸を通る直線上に位置する第5垂直軸を中心として回動するように連結されている。上記第2リンクアームは、第6垂直軸を中心として回動するように上記移動部材に連結されており、かつ、上記第2リンクアームは、上記第6垂直軸が上記

移動経路と交差する方向に変位可能であるように上記移動部材に連結されている。上記第5垂直軸と上記第6垂直軸との離間距離は、上記第1垂直軸と上記第3垂直軸との離間距離より大きく設定されている。

好ましくは、上記第1リンクアームには、上記第3垂直軸上に中心をもつ第1ギアが固定されており、上記第2リンクアームには、上記第5垂直軸上に中心をもつ第2ギアが固定されている。上記第1ギアおよび上記第2ギアは、相互に噛み合い、かつ、直径が同じである。

好ましくは、上記第1リンクアームには、上記第3垂直軸上に中心をもつ第1間欠ギアが固定されており、上記第2リンクアームには、上記第5垂直軸上に中心をもつ第2間欠ギアが固定されている。上記第1間欠ギアおよび上記第2間欠ギアは、一時的に相互に噛み合う関係に置かれるように構成されている。

好ましくは、上記第1リンクアームには、上記第3垂直軸上に中心をもつ第1ギアおよび上記第8垂直軸上に中心をもつ第3ギアが固定されており、上記第2リンクアームには、上記第5垂直軸上に中心をもつ第2ギアが固定されている。上記第2ギアは、上記第1ギアと噛み合いかつこれと同径である。上記第3リンクアームには、上記第10垂直軸上に中心をもつ第4ギアが固定されており、上記第4ギアは、上記第3ギアと噛み合いかつこれと同径である。

好ましくは、上記第1リンクアームには、上記第3垂直軸上に中心をもつ第1間欠ギアおよび上記第8垂直軸上に中心をもつ第3間欠ギアが固定されており、上記第2リンクアームには、上記第5垂直軸上に中心をもつ第2間欠ギアが固定されている。上記第2間欠ギアは、上記第1間欠ギアと一時的に噛み合うように構成されている。上記第3リンクアームには、上記第10垂直軸上に中心をもつ第4間欠ギアが固定されており、上記第4間欠ギアは、上記第3間欠ギアと一時的に噛み合う構成とされている。

本発明の第2の側面により提供される搬送ロボットは、水平直線状の移動経路に沿ってワークを移動するための直線移動機構と、上記直線移動機構を支持する固定ベースと、を具備している。上記直線移動機構は、水平直線状の移動

経路が設定されたガイド部材と、上記移動経路に沿って移動可能な移動部材と、
上記移動部材を駆動する駆動機構と、を具備している。上記駆動機構は、第 1
垂直軸を中心として回転する第 1 リンクアームと、第 1 端および第 2 端を有す
る第 2 リンクアームと、を含む。上記第 1 垂直軸は、上記移動経路および上記
5 移動経路に平行な平行線のいずれかの上に位置している。上記第 1 端は、上記
第 2 リンクアームが水平面内で回転しうるように上記第 1 リンクアームに連結
されている。上記第 2 端は、上記第 2 リンクアームが水平面内で回転しうるよ
うに上記移動部材に連結されている。上記移動経路上に位置する鉛直回転軸を
中心として上記ガイド部材が回転しうるように、上記直線移動機構が上記固定
10 ベースに支持されている。上記移動部材には、上記ワークを載置するためのブ
ロングが設けられている。

好ましくは、上記直線移動機構は、上記回転軸に沿って昇降しうるように上
記固定ベースに支持されている。

好ましくは、上記直線移動機構は、上記回転軸を中心として上記固定ベース
15 に対して回転可能な回転ベースに設けられている。上記移動部材は、上記移動
経路に沿って相互に干渉することなく移動可能に上記ガイド部材に支持された
第 1 移動部材および第 2 移動部材を含んでいる。上記駆動機構は、上記第 1 移
動部材および上記第 2 移動部材をそれぞれ駆動するように上記回転ベースに設
けられた第 1 駆動機構および第 2 駆動機構を含んでいる。

20 好ましくは、上記第 1 駆動機構および上記第 2 駆動機構は、上記移動経路に
対して対称に配置されている。

好ましくは、上記ガイド部材には、一对の第 1 ガイドレールおよび一对の第
2 ガイドレールが備えられている。上記第 1 ガイドレールは、上記第 1 移動部
材を移動可能に支持するとともに、上記移動経路を挟むように位置している。
25 上記第 2 ガイドレールは、上記第 2 移動部材を移動可能に支持するとともに、
上記一对の第 1 ガイドレールの外側において上記移動経路を挟むように位置し
ている。

好ましくは、上記第 1 移動部材および上記第 2 移動部材の各々は、複数のプロングを支持するプロング支持部を備えている。上記第 2 移動部材のプロング支持部は、上記第 1 移動部材のプロング支持部より上位に位置している。上記第 2 移動部材は、上記第 2 移動部材のプロング支持部の両側部から上記第 1 移動部材のプロング支持部の両側部を迂回して延びる一对の支持アームを介して上記一对の第 2 ガイドレールに支持されている。

好ましくは、上記第 1 移動部材は、上記一对の第 2 ガイドレールの内側において、上記ガイド部材を貫通して延びる連結アームを備えるとともに、この連結アームを介して上記第 1 駆動機構の第 2 リンクアームに連結されている。上記第 2 移動部材は、上記一对の支持アームの適部において上記第 2 駆動機構の第 2 リンクアームに連結されている。

好ましくは、本発明の搬送ロボットは、上記第 2 移動部材に支持された補助移動部材をさらに具備している。この構成において、上記第 1 移動部材および上記補助移動部材の各々は、複数のプロングを支持するプロング支持部を備えており、上記補助移動部材のプロング支持部は、上記第 1 移動部材のプロング支持部より上位に位置している。上記第 2 移動部材は、上記第 2 移動部材の両側部から上記第 1 移動部材のプロング支持部の両側部を迂回して延びる一对の支持アームを介して上記一对の第 2 ガイドレールに支持されている。

好ましくは、上記第 1 移動部材は、上記一对の第 2 ガイドレールの内側において、上記ガイド部材を貫通して延びる連結アームを備え、この連結アームを介して上記第 1 駆動機構の第 2 リンクアームに連結されている。上記第 2 移動部材は、上記一对の支持アームの適部において上記第 2 駆動機構の第 2 リンクアームに連結されている。上記補助移動部材は、上記移動経路と交差する方向に長手状の案内溝を介して上記第 2 駆動機構の第 2 リンクアームに連結されている。

本発明の他の特徴および利点は、以下における好適な実施例の説明から、より明らかとなろう。

図面の簡単な説明

- 図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に基づく搬送ロボットを示す斜視図である。
- 図 2 は、上記搬送ロボットを示す平面図である。
- 図 3 は、上記搬送ロボットを示す側面図である。
- 5 図 4 は、図 2 のIV-IV線に沿う断面図である。
- 図 5 は、図 2 のV-V線に沿う断面図である。
- 図 6 は、図 2 のVI-VI線に沿う断面図である。
- 図 7 は、図 2 のVII-VII線に沿う断面図である。
- 図 8 は、上記搬送ロボットの間リンクを示す平面図である。
- 10 図 9 は、上記搬送ロボットの駆動機構の動作を示す平面図である。
- 図 10 は、本発明の第 2 の実施形態に基づく搬送ロボットを示す平面図である。
- 図 11 は、本発明の第 3 の実施形態に基づく搬送ロボットを示す平面図である。
- 15 図 12 は、図 11 の搬送ロボットを示す平面図である。
- 図 13 は、本発明の第 4 の実施形態に基づく搬送ロボットを示す平面図である。
- 図 14 は、図 13 の搬送ロボットを示す平面図である。
- 図 15 は、本発明の第 5 の実施形態に基づく搬送ロボットを示す平面図である。
- 20 図 16 は、図 15 の搬送ロボットを示す平面図である。
- 図 17 は、本発明の第 6 の実施形態に基づく搬送ロボットを示す斜視図である。
- 図 18 は、図 17 の搬送ロボットを示す平面図である。
- 25 図 19 は、図 17 の搬送ロボットを示す側面図である。
- 図 20 は、図 17 の搬送ロボットを示す正面図である。
- 図 21 は、図 19 のC-C線に沿う断面図である。

図 2 2 は、図 2 1 の D-D 線に沿う断面図である。

図 2 3 は、図 2 1 の F-F 線に沿う断面図である。

図 2 4 は、図 1 7 の搬送ロボットの動作を説明する平面図である。

図 2 5 は、図 1 7 の搬送ロボットの動作を説明する斜視図である。

5 図 2 6 は、本発明の第 7 の実施形態に基づく搬送ロボットを示す斜視図である。

図 2 7 は、図 2 6 の搬送ロボットを示す平面図である。

図 2 8 は、図 2 6 の搬送ロボットを示す正面図である。

図 2 9 は、図 2 6 の搬送ロボットを示す正面断面図である。

10 図 3 0 A および 3 0 B は、図 2 6 の搬送ロボットの動作を説明する平面図である。

図 3 1 A および 3 1 B は、図 2 6 の搬送ロボットの動作を説明する平面図である。

15 図 3 2 は、本発明の第 8 の実施形態に基づく搬送ロボットを示す平面図である。

図 3 3 は、図 3 2 の搬送ロボットを示す正面図である。

図 3 4 A ～ 3 4 C は、図 3 2 の搬送ロボットの動作を説明する平面図である。

図 3 5 A ～ 3 5 C は、第 1 ～ 第 6 の実施形態の変形例を示す平面図である。

図 3 6 は、本発明に関連する搬送ロボットの一例を示す平面図である。

20

好適な実施例の詳細な説明

以下、本発明の好適な実施例につき、添付図面を参照しつつ具体的に説明する。

図 1 ～ 図 9 は、本発明の第 1 の実施形態に係る搬送ロボットを示している。

25 図 1、図 2 および図 3 に表れているように、第 1 の実施形態に係る搬送ロボット A は、固定ベース 5 および直線移動機構 B を含んでいる。直線移動機構 B は、固定ベース 5 に対して、第 1 垂直軸 O 1 を中心に旋回可能かつ昇降可能に支持

されている。この直線移動機構Bは、テーブル状をしたガイド部材1と、このガイド部材1上に設定された水平直線状の移動経路に沿って移動可能な移動部材2とを含んでいる。移動部材2は、駆動機構3によって所定方向に移動させられる。移動部材2には、例えば、液晶パネル用のガラス基板等、薄板状のワークWを載置保持しうる複数のプロング4が取付けられている(以下において、移動部材2およびプロング4からなるアセンブリを適宜「ハンド」という)。

図4、図5に表れているように、固定ベース5には、上記第1垂直軸O1を軸心にもつ円筒状の昇降体51が回転不能かつ昇降可能に支持されている。この昇降体51の中心貫通孔には、同じく上記第1垂直軸O1を軸心にもつ円筒状の旋回部材52がベアリング52aを介して軸転可能に支持されている。さらに、この旋回部材52の中心貫通孔には、同じく上記第1垂直軸O1を軸心にもつ駆動軸53がベアリング53aを介して軸転可能に支持されている。昇降体51は、図示しないアクチュエータによって昇降させられる。旋回部材52は、モータ等の図示しない回転アクチュエータによって固定ベース5に対して相対的に回転させられる。駆動軸53は、モータ等の図示しない回転アクチュエータによって上記旋回部材52に対して相対的に回転させられる。

ガイド部材1は、図2に表れているように、平面視長矩形状をしている。また、図4に表れているように、ガイド部材1は、底壁11と、この底壁11の両側縁部に形成された左右の起立壁12とを備えている。各起立壁12の上面には、それぞれガイドレール13が取付けられている。これらのガイドレール13には、移動部材2の下面に取付けたスライダ14が案内支持され、これにより、移動部材2は、ガイド部材1上に設定された水平直線状の移動経路GLに沿って移動することができる。本実施形態においてこの移動経路GLは、ガイド部材1の中心線に沿って設定されている。上記第1垂直軸O1は、移動経路GL上に位置している。

上記ガイド部材1の長手方向中央における底壁11には、貫通孔11aが形成されている。この貫通孔11aには、階段状の取付けフランジ16を有する

ブラケット 15 が嵌合固定されている。このガイド部材 1 は、上記ブラケット 15 の取付けフランジ 16 を介して、上記旋回部材 52 の上端に固定されている。これにより、旋回部材 52 を駆動すると、ガイド部材 1 およびこれに搭載された部材は、上記第 1 垂直軸 O1 を中心として旋回させられることになる。

5 上記移動部材 2 を移動させるための駆動機構 3 は、次のようにして構成されている。

この駆動機構 3 は、第 1 リンクアーム 31、副リンクアーム 32 および中間リンク 33 からなる平行四辺形リンク機構 3A を備えている。第 1 リンクアーム 31 は、上記駆動軸 53 の上端に一端が固定されており、したがって、上記
10 駆動軸 53 の駆動によって上記第 1 垂直軸 O1 を中心として回動駆動される。副リンクアーム 32 は、ガイド部材 1 における上記移動経路 GL 上に位置する第 2 垂直軸 O2 を中心として回動可能である。中間リンク 33 は、第 3 垂直軸 O3 を中心として第 1 リンクアーム 31 に対して相対回動可能であり、かつ、第 4 垂直軸 O4 を中心として副リンクアーム 32 に対して相対回動可能である。
15 第 1 垂直軸 O1 と第 3 垂直軸 O3 の軸間距離は、第 2 垂直軸 O2 と第 4 垂直軸 O4 の軸間距離と等しい。また、第 1 垂直軸 O1 と第 2 垂直軸 O2 の軸間距離は、第 3 垂直軸 O3 と第 4 垂直軸 O4 の軸間距離と等しい。

図 2 に表れているように、上記平行四辺形リンク機構 3A は、中間リンク 33 がガイド部材 1 の一側方に位置するように構成されている。第 1 リンクアーム 31 および副リンクアーム 32 は、図 4、図 6 に表れているように、ガイド部材 1 の一方の起立壁 12 に形成したスリット 12a を通ってガイド部材 1 の側方に延出させられている。副リンクアーム 32 は、図 6 に表れているように、ガイド部材 1 の底壁 11 に取付けた固定軸 11b に対し、ベアリング 32a を介して回動可能に支持されている。

25 第 1 リンクアーム 31 を回動駆動すると、平行四辺形リンク機構 3A は変形する。しかしながら、中間リンク 33 の方向、すなわち、上記第 3 垂直軸 O3 と第 4 垂直軸 O4 を結ぶ直線の方法は、常に上記移動経路 GL と平行になる。

さらに、上記駆動機構 3 は、第 2 リンクアーム 3 4 を備えている。この第 2 リンクアームは、上記第 3 垂直軸 O 3 と第 4 垂直軸 O 4 を通る直線上に位置する第 5 垂直軸 O 5 を中心として、中間リンク 3 3 に相対的に回動可能である。第 1 リンクアーム 3 1 には、上記第 3 垂直軸 O 3 上に中心をもつ第 1 ギア 3 1 a が固定されている。第 2 リンクアーム 3 4 には、上記第 5 垂直軸 O 5 上に中心をもつ第 2 ギア 3 4 a が固定されている。これら第 1 ギア 3 1 a と第 2 ギア 3 4 a とは互いに噛み合わされており、かつ、同径のギアである。

図 7 に表れているように、中間リンク 3 3 は、第 1 リンクアーム 3 1 および副リンクアーム 3 2 を上下から挟むように配置された 2 枚のリンクプレート 3 3 a, 3 3 b からなる。第 1 リンクアーム 3 1 には軸体 3 1 b が、また副リンクアーム 3 2 には軸体 3 2 b が固定的に設けられている。軸体 3 1 b の上部には、リンクプレート 3 3 a がベアリング 3 1 c を介して取り付けられており、軸体 3 1 b の下部には、リンクプレート 3 3 b がベアリング 3 1 d を介して取り付けられている。同様に、軸体 3 2 b の上部には、リンクプレート 3 3 a がベアリング 3 2 c を介して取り付けられており、軸体 3 2 b の下部には、リンクプレート 3 3 b がベアリング 3 2 d を介して取り付けられている。これらのベアリングは、リンクプレート 3 3 a 又は 3 3 b に形成された孔に設けられている。軸体 3 1 b の軸心は、第 3 垂直軸 O 3 と一致しており、軸体 3 2 b の軸心は、第 4 垂直軸 O 4 と一致している。

図 7 に示すように、中間リンク 3 3 の各リンクプレート 3 3 a, 3 3 b を貫通する軸体 3 4 b が、ベアリング 3 4 c, 3 4 d を介してこれらリンクプレートに回動可能に取り付けられている。軸体 3 4 b の軸心は、第 5 垂直軸 O 5 と一致している。この軸体 3 4 b の上端には、第 2 リンクアーム 3 4 の後端部 (図 2 における右端) が固定されている。軸体 3 1 b および軸体 3 4 b の下端部は、中間リンク 3 3 の下側のリンクプレート 3 3 b をこえて下方に突出している。これらの突出部には、上述した第 1 ギア 3 1 a あるいは第 2 ギア 3 4 a が取付けられている。

第2リンクアーム34の前端部(図2における左端)は、移動部材2に対し、第6垂直軸O6を中心として相対回動可能に連結されている。この第6垂直軸O6は、上記移動経路GL上に位置している。第2リンクアーム34の長さ(すなわち、第5垂直軸O5と第6垂直軸O6の軸間距離)は、第1リンクアーム31の長さ(すなわち、第1垂直軸O1と第3垂直軸O3の軸間距離)と等しくなっている。

次に、上記構成を備える搬送ロボットAの動作について説明する。

前述したように、第1リンクアーム31を第1垂直軸O1を中心として回動させると、平行四辺形リンク機構3Aが変形するが、中間リンク33は、常に上記移動経路GLと平行である。一方、図8に表れているように、第1ギア31a(第1リンクアーム31に固定)と第2ギア34a(第2リンクアーム34に固定)は、同じ径であって互いに噛み合っている。従って、第1リンクアーム31と中間リンク33とがなす角 α と、第2リンクアーム34と中間リンク33とがなす角 β とは、常に等しくなる。前述したように、第1リンクアーム31と第2リンクアーム34とは長さが等しいから、第1垂直軸O1と第6垂直軸O6を結ぶ直線は、常に中間リンク33(第3垂直軸O3と第5垂直軸O5を結ぶ直線)と平行となる。中間リンク33は、上記移動経路GLと常に平行であるから、結局、第1垂直軸O1と第6垂直軸O6を結ぶ直線は、上記移動経路GLと一致する。このことは、上記駆動機構3それ自体が、移動部材2を上記移動経路GLに沿って移動させることができることを意味する。

この実施形態では、第1垂直軸O1は、ガイド部材1の長手方向の中心に位置しているが、第1リンクアーム31と第2リンクアーム34とは、互いに上下方向に離間させられていて干渉することがない。従って、図9に表れているように、第1リンクアーム31が第1垂直軸O1に対してガイド部材1の一端方向に回動している状態(実線で示す)から、ガイド部材1の他端方向に回動している状態(一点鎖線で示す)まで、不都合なく上記平行四辺形リンク機構3Aの変形が行なわれ、その結果、ガイド部材1の全長にわたって移動部材2

を移動させることができる。そして、上記したように、駆動機構 3 は、それ自体、移動部材 2 を上記移動経路 G L に沿って移動させることができる。このため、第 1 リンクアーム 3 1 と第 2 リンクアーム 3 4 とが重なるポイント（いわゆる思案点）付近においても、適切に移動部材 2 を移動させることができる。

5 この搬送ロボット A においては、移動部材 2 の最終的な移動直線性は上記したようにガイド部材 1 によって達成される。また、移動部材 2 およびこれに載置されるワークの重量は、実質的にガイド部材 1 によって支持される。したがって、上記駆動機構 3 に求められる部材強度あるいは各部の精度は低くてもよく、その結果、この搬送ロボット A は、低コストで製作することができる。

10 上記実施形態に係る搬送ロボット A は、昇降体 5 1 を固定ベース 5 に対して昇降させることにより、直線移動機構 B の上下高さを適宜変更することができる。また、上記旋回部材 5 2 を旋回させることにより、ガイド部材 1 の中心軸が所望の方向を向くように適宜直線移動機構 B を旋回させることができる。

図 1 0 は、本発明の第 2 の実施形態に係る搬送ロボットを示している。なお、
15 第 2 の実施形態および後述の実施形態については、上記第 1 の実施形態について既述した要素と同一または類似の要素を同一符号で示し、それらの要素については、説明を適宜省略する。

この第 2 の実施形態においては、移動部材 2 には、移動経路 G L と交差する方向に長手状の案内溝 2 0 が設けられている。第 2 リンクアーム 3 4 の前端部
20 は、この案内溝 2 0 に案内支持されている。つまり、第 2 リンクアーム 3 4 は、移動部材 2 に対し、第 6 垂直軸 O 6 を中心として相対回動可能で、なおかつ上記案内溝 2 0 に沿って前端部（第 6 垂直軸 O 6）が変位可能に連結されている。基本的には、第 2 リンクアーム 3 4 の長さ（第 5 垂直軸 O 5 と第 6 垂直軸 O 6 の軸間距離）は、第 1 リンクアーム 3 1 の長さ（第 1 垂直軸 O 1 と第 3 垂直軸
25 O 3 の軸間距離）と等しく、第 6 垂直軸 O 6 が上記移動経路 G L 上に位置している（図中の実線参照）。

なお、上記第 1 の実施形態と同様に、第 1 リンクアーム 3 1 には、第 3 垂直

軸O 3上に中心をもつ第1ギア3 1 aが固定されており、第2リンクアーム3 4には、第5垂直軸O 5上に中心をもつ第2ギア3 4 aが固定されている。これら第1ギア3 1 aと第2ギア3 4 aは、同じ径であって互いに噛み合っている。第1リンクアーム3 1が第1垂直軸O 1を中心として回転すると、それに伴い第2リンクアーム3 4が第5垂直軸O 5を中心として回転する。

上記搬送ロボットにおいて、加熱されたワークWがプロング4に載置されると、このワークWからの輻射熱によって第2リンクアーム3 4が熱膨張しうる。そのため、第2リンクアーム3 4の長さ（第5垂直軸O 5と第6垂直軸O 6'の軸間距離）は、第1リンクアーム3 1の長さ（第1垂直軸O 1と第3垂直軸O 3の軸間距離）より若干長くなることがある（図中の二点鎖線参照）。

このような場合において、第1リンクアーム3 1を第1垂直軸O 1を中心として回転させると、第1垂直軸O 1と第6垂直軸O 6'を結ぶ直線L 1は、中間リンク3 3（第3垂直軸O 3と第5垂直軸O 5を結ぶ直線）に対して傾いた状態となる。このとき、第2リンクアーム3 4と移動部材2との連結点となる第6垂直軸O 6'は、上記案内溝2 0に沿って変位する。そのため、第2リンクアーム3 4は、移動部材2に対して何ら支障なく上記第6垂直軸O 6'を中心に相対回転する。このことは、移動部材2が上記移動経路GLに沿ってスムーズに移動することを意味する。したがって、第2の実施形態の搬送ロボットによっても、いわゆる思案点（第1リンクアーム3 1と第2リンクアーム3 4とが重なる位置）付近において移動部材2を安定して移動させることができる。

図1 1および図1 2は、本発明の第3の実施形態に係る搬送ロボットを示している。

この第3の実施形態においても、移動部材2には、上記移動経路GLと交差する方向に長手状の案内溝2 0が設けられており、この案内溝2 0には、第2リンクアーム3 4の前端部が案内支持されている。すなわち、第2リンクアーム3 4は、移動部材2に対し、第6垂直軸O 6を中心として相対回転可能である。さらに、第2リンクアーム3 4の前端部（第6垂直軸O 6）は、上記案内

溝 20 に沿って変位可能に連結されている。一方、第 1 リンクアーム 31 の回
動中心となる第 1 垂直軸 O1 と副リンクアーム 32 の回動中心となる第 2 垂直
軸 O2 とは、上記移動経路 GL に平行な平行線 PL 上に位置している。ただし、
ガイド部材 1 の旋回中心となる旋回軸 Os は、上記移動経路 GL 上に位置して
5 いる。そして、第 2 リンクアーム 34 の長さ（第 5 垂直軸 O5 と第 6 垂直軸 O
6 の軸間距離）は、第 1 リンクアーム 31 の長さ（第 1 垂直軸 O1 と第 3 垂直
軸 O3 の軸間距離）より大きく設定されている。また、上記第 1 の実施形態等
と同様に、第 1 リンクアーム 31 には、第 3 垂直軸 O3 上に中心をもつ第 1 ギ
ア 31a が固定されており、第 2 リンクアーム 34 には、第 5 垂直軸 O5 上に
10 中心をもつ第 2 ギア 34a が固定されている（図 11 参照）。これら第 1 ギア
31a と第 2 ギア 34a も、同じ径であって互いに噛み合っている。従って、
第 1 リンクアーム 31 が第 1 垂直軸 O1 を中心として回動すると、それに伴い
第 2 リンクアーム 34 が第 5 垂直軸 O5 を中心として回動する。

上記構成においては、第 1 リンクアーム 31 の長さ（第 1 垂直軸 O1 と第 3
15 垂直軸 O3 の軸間距離）よりも第 2 リンクアーム 34 の長さ（第 5 垂直軸 O5
と第 6 垂直軸 O6 の軸間距離）が大きい。このため、第 1 リンクアーム 31 を
第 1 垂直軸 O1 を中心として回動させると、第 6 垂直軸 O6（第 2 リンクア
ーム 34 と移動部材 2 との連結点）は、図 11 または 12 に破線で示すような弧
AL に沿った軌跡を描く。このとき、上記第 6 垂直軸 O6 は、上記案内溝 20
20 に沿って変位する。このため、第 2 リンクアーム 34 は、移動部材 2 に対して
何ら支障なく上記第 6 垂直軸 O6 を中心に相対回動する。これにより、移動部
材 2 は、上記移動経路 GL に沿ってスムーズに移動する。したがって、第 3 の
実施形態の搬送ロボットによっても、思案点付近において移動部材 2 を適切に
移動させることができる。また、第 2 リンクアーム 34 の長さは、第 1 リンク
25 アーム 31 の長さよりも大きく設定できるので、上記移動経路 GL に沿って移
動部材 2 を移動させる距離をより長くすることができる（すなわちワークの搬
送距離をより大きくとることができる）。さらには、第 2 リンクアーム 34 の

長さが熱の影響で多少変化することがあっても、第6垂直軸O6（第2リンクアーム34と移動部材2との連結点）が上記案内溝20に沿って変位可能である。このため、第2リンクアーム34が移動部材2に対して何ら支障なく作動し、移動部材2を上記移動経路GLに沿ってスムーズに移動させることができる。

図13および図14は、本発明の第4の実施形態に係る搬送ロボットを示している。この第4の実施形態では、移動部材2に、補助移動部材2'が上記移動経路GLに沿って移動可能に支持されている。具体的には、移動部材2の水平な面には、上記補助移動部材2'を上記移動経路GLに沿って案内する一対のガイドレール23が設けられている。これらのガイドレール23には、補助移動部材2'の下面に取付けたスライダ（図示略）が案内支持される。これにより、補助移動部材2'は、ガイド部材1上に設定された水平直線状の移動経路GLに沿って移動することができる。

上記補助移動部材2'には、上記移動経路GLと交差する方向に長手状の案内溝20'が設けられている。また、この補助移動部材2'には、ワークWを載置保持しうるプロング4'が設けられている。一方、第2リンクアーム34は、移動部材2に対し、第6垂直軸O6を中心として相対回動可能に連結されている。その上で第2リンクアーム34は、補助移動部材2'に対して、第7垂直軸O7（前端部）を中心として相対回動可能である。第7垂直軸O7は、第5垂直軸O5から第6垂直軸O6を通して延びる延長線上にある。第7垂直軸O7は、案内溝20'に沿って変位可能に連結されている。第5垂直軸O5と第6垂直軸O6の軸間距離は、第1垂直軸O1と第3垂直軸O3の軸間距離と等しい。その一方、第5垂直軸O5と第7垂直軸O7の軸間距離は、第1垂直軸O1と第3垂直軸O3の軸間距離より大きい。

第1垂直軸O1、第2垂直軸O2および第6垂直軸O6は、上記移動経路GLに平行な線PL上に位置している。また、ガイド部材1の旋回中心となる旋回軸Osは、移動経路GL上に位置している。また、第1の実施形態等と同様

- に、第1リンクアーム31には、第3垂直軸O3上に中心をもつ第1ギア31aが固定されており、第2リンクアーム34には、第5垂直軸O5上に中心をもつ第2ギア34aが固定されている（図13参照）。これら第1ギア31aと第2ギア34aも、同じ径であって互いに噛み合っている。従って、第1リンクアーム31が第1垂直軸O1を中心として回転すると、それに伴い第2リンクアーム34が第5垂直軸O5を中心として回転する。この第4の実施形態では、第1リンクアーム31と副リンクアーム32との位置関係が第1の実施形態の場合とは逆である。しかしながら、これらリンクアームの動作は、第1の実施形態と第4の実施形態とで同様となる。
- 10 上記構成によれば、第1垂直軸O1と第3垂直軸O3の軸間距離よりも第5垂直軸O5と第7垂直軸O7の軸間距離が大きい。このため、第1リンクアーム31を第1垂直軸O1を中心として回転させると、第7垂直軸O7（第2リンクアーム34と補助移動部材2'との連結点）は、図中に破線で示すような弧ALに沿った軌跡を描く。このとき、第7垂直軸O7は、案内溝20'に沿って変位するため、第2リンクアーム34は、補助移動部材2'に対して何ら支障なく上記第7垂直軸O7を中心として相対回転する。一方、第6垂直軸O6（第2リンクアーム34と移動部材2との連結点）と第5垂直軸O5との軸間距離が第1垂直軸O1と第3垂直軸O3の軸間距離と等しい。このため、第6垂直軸O6は、図中の平行線PLに沿った軌跡を描く。つまり、補助移動部材2'は、移動部材2の上記移動経路GLに沿う移動に連動し、この移動部材2と同じ移動方向に向かってスムーズに移動する。したがって、第4の実施形態の搬送ロボットによれば、思案点付近において移動部材2や補助移動部材2'を適切に移動できる。これに加えて、移動部材2に連動して補助移動部材2'が移動することにより、ワークWの搬送距離を大きくとることができる。
- 25 次に、図15および図16は、本発明の第5の実施形態に係る搬送ロボットを示している。

この第5の実施形態においても、移動部材2には、補助移動部材2'がガイ

ドレール 2 3 に案内支持されている。この補助移動部材 2' は、上記移動経路 GL に沿って移動可能とされている。駆動機構 3 は、第 1 リンクアーム 3 1、副リンクアーム 3 2、中間リンク 3 3、および第 2 リンクアーム 3 4 を備える。第 1 リンクアーム 3 1 および副リンクアーム 3 2 は、中間リンク 3 3 をこえて
5 外側に延びている。さらに駆動機構 3 は、補助中間リンク 3 3' を備える。この補助中間リンク 3 3' は、第 1 リンクアーム 3 1 および副リンクアーム 3 2 に対し、第 8 垂直軸 O 8 および第 9 垂直軸 O 9 を中心として相対回動可能に連結されている。また、駆動機構 3 は、第 3 リンクアーム 3 5 を備えている。この第 3 リンクアーム 3 5 は、第 10 垂直軸 O 10 を中心として、補助中間リン
10 ク 3 3' に対して回動可能である。第 10 垂直軸 O 10 は、第 8 垂直軸 O 8 と第 9 垂直軸 O 9 を通る直線上に位置している。

上記第 2 リンクアーム 3 4 は、移動部材 2 に対し、第 6 垂直軸 O 6 を中心として相対回動可能に連結されている。一方、上記第 3 リンクアーム 3 5 は、補助移動部材 2' に対し、第 11 垂直軸 O 11 を中心として相対回動可能に連結
15 されている。第 5 垂直軸 O 5 と第 6 垂直軸 O 6 の軸間距離は、第 1 垂直軸 O 1 と第 3 垂直軸 O 3 の軸間距離と等しい。また、第 10 垂直軸 O 10 と第 11 垂直軸 O 11 の軸間距離は、第 1 垂直軸 O 1 と第 8 垂直軸 O 8 の軸間距離と等しい。これにより、第 1 垂直軸 O 1 および第 2 垂直軸 O 2 ならびに第 6 垂直軸 O 6 および第 11 垂直軸 O 11 は、上記移動経路 GL に平行する線 PL 上に位置
20 している。また、ガイド部材 1 の旋回中心となる旋回軸 O s は、上記移動経路 GL 上に位置している。第 3 リンクアーム 3 5 は、第 2 リンクアーム 3 4 が回動する水平面より上方の水平面内において回動可能となっている。

図 15 に示されているように、第 1 リンクアーム 3 1 には、第 1 ギア 3 1 a (第 3 垂直軸 O 3 上に中心をもつ) と第 3 ギア 3 1 b (第 8 垂直軸 O 8 上に中心をもつ) が固定されている。第 2 リンクアーム 3 4 には、第 5 垂直軸 O 5 上に中心をもつ第 2 ギア 3 4 a が固定されている。第 3 リンクアーム 3 5 には、第 10 垂直軸 O 10 上に中心をもつ第 4 ギア 3 5 a が固定されている。これら
25

第1～第4ギアのうち、第1ギア31aと第2ギア34aとが互いに噛み合わ
されているとともに、第3ギア31bと第4ギア35aとが互いに噛み合わさ
れている。これら第1～第4ギア31a、34a、31b、35aは全て同径
である。したがって、第1リンクアーム31が第1垂直軸O1を中心として回
5 動すると、それに伴い第2リンクアーム34が第5垂直軸O5を中心として回
動するとともに、第3リンクアーム35が第10垂直軸O10を中心として回
動する。

上記構成によれば、第1リンクアーム31を第1垂直軸O1を中心として回
動させると、第6垂直軸O6（第2リンクアーム34と移動部材2との連結点）
10 が平行線PLに沿って移動するとともに、第11垂直軸O11（第3リンクア
ーム35と補助移動部材2'との連結点）も平行線PLに沿って移動する。つ
まり、補助移動部材2'は、移動部材2が上記移動経路GLに沿って移動する
のに連動し、この移動部材2と同じ移動方向に向かってスムーズに移動する。
したがって、第5の実施形態の搬送ロボットにおいても、いわゆる思案点付近
15 において移動部材2や補助移動部材2'を適切に移動させることができ、しか
も、ワークの搬送距離をより大きくとることができる。

本発明によれば、移動経路と交差する方向に延びる長手状の案内溝を、補助
移動部材2'に設け、この案内溝に対し、第3リンクアーム35の前端部（第
11垂直軸O11）を案内支持するようにしてもよい。

20 図17～図25は、本発明の第6の実施形態に係る搬送ロボットを示してい
る。

図17～図21に表れているように、この搬送ロボットA1は、固定ベース
200に対して、鉛直状の旋回軸Osを中心として旋回可能な旋回ベース30
0を具備する。この旋回ベース300には、直進ガイド機構400が設けられ
25 ている。この直進ガイド機構400に対して、同一方向に移動可能な第1移動
部材20Aおよび第2移動部材20Bが、支持されている。これら第1移動部
材20Aおよび第2移動部材20Bをそれぞれ駆動するために、上記旋回ベー

ス 300 には、第 1 駆動機構 30A および第 2 駆動機構 30B が設けられている。第 1 移動部材 20A および第 2 移動部材 20B には、それぞれワーク W を載置保持しうるプロング 21a, 21b が設けられている。

図 21 に示すように、固定ベース 200 は、底壁部 201 と円筒状側壁部 202 と天井壁 203 とを有する、略円柱状のハウジング 200A を備えている。天井壁 203 の中心には、開口 204 が形成されている。この固定ベース 200 の内部には、昇降ベース 210 が昇降可能に支持されている。昇降ベース 210 は、上記中心開口 204 よりも小径の外径をもつ円筒部 211 と、この円筒部 211 の下端に形成された外向フランジ部 212 とを有している。上記円筒状側壁部 202 の内壁には、上下方向に延びる直線ガイドレール 220 が複数取付けられている。昇降ベース 210 の外向フランジ部 212 には、複数のガイド部材 221 が、上記直線ガイドレール 220 に対して上下方向にスライド移動可能に支持されている。これにより、昇降ベース 210 は、固定ベース 200 に対し、鉛直方向に移動可能である。昇降ベース 210 の円筒部 211 の上部は、上記ハウジング 200A の中心開口 204 をこえて上方に突出するあるいは、開口 204 よりも下方に退避することが可能である。固定ベース 200 の天井壁 203 と昇降ベース 210 の外向フランジ部 212 との間には、この昇降ベース 210 の円筒部 211 を取り囲むようにして配置されたベローズ 230 の両端が連結されている。このベローズ 230 は、昇降ベース 210 の上下方向の移動にかかわらず、上記固定ベース 200 の天井壁 203 と昇降ベース 210 の外向フランジ部 212 との間を気密シールする。

固定ベース 200 には、上記ベローズ 230 の外側に位置するネジ機構 240 が設けられている。ネジ機構 240 は、鉛直方向に延びる回転可能なネジ軸 241 と、このネジ軸 241 に螺合されたナット 242 とを含む。ナット 242 は、昇降ベース 210 の外向フランジ部 212 を貫通した状態で、当該フランジ部 212 に固定されている。ネジ軸 241 の下端には、プーリ 243 が取り付けられており、このプーリ 243 とモータ M1 とが無端ベルト 244 を介

して連結されている。モータM1の駆動により、プーリ243延いてはネジ軸241が正または逆方向に回転させられる。ネジ軸241の回転によって、昇降ベース210が上昇あるいは下降させられる。

上記昇降ベース210に対し、上記旋回ベース300が鉛直状の旋回軸O_sを中心として旋回可能に支持される。図21に表れているように、旋回ベース300の下部には、円柱部301が形成されており、この円柱部301が上記昇降ベース210の円筒部211の内壁にベアリング302を介して回転可能に支持されている。そうして、旋回ベース300の円柱部301の下端部には、プーリ303が一体的に形成されている。プーリ303は、昇降ベース210の円筒部211の中間壁213に支持させたモータM2の出力軸に取り付けたプーリ304と、無端ベルト305を介して連結されている。これにより、上記モータM2を駆動することにより、上記旋回ベース300が旋回軸O_sを中心として旋回させられる。

昇降ベース210の円筒部211と旋回ベース300の円柱部301との間には、上記ベアリング302より上位に位置するシール機構306が介装されている。このシール機構306より下位の空間は、上記ベローズ230の外周側の固定ベース200内空間と連通している。これにより、このような連通空間は、外部に対して気密シールされた閉じた空間となる。この旋回ベース300の円柱部301には、旋回軸O_sに沿って上下方向に貫通する中心孔307が形成されている。この中心孔307には、上記第1駆動機構30Aと第2駆動機構30Bとに駆動力を伝達するための伝動軸251, 252が挿通されている。

上記旋回ベース300は、上記円柱部301の上方に設けられている。旋回ベース300は、水平方向に延びるウイング部310と、このウイング部の上面中央に位置するコラム320とを備えている。図21に示すように、ウイング部310は内部が中空であり、この中空部に、上記第1駆動機構30Aと第2駆動機構30Bに駆動力を伝達するための機構が内蔵されている（詳細は後

述する)。コラム320は、上述した直進ガイド機構400を支持している。

上記直進ガイド機構400は、ガイド部材410と、このガイド部材410上に設けられた一对の第1ガイドレール421と、一对の第2ガイドレール422とを有する。上記ガイド部材410は、水平方向に延びる長手軸線（移動経路GL）を有する長矩形状をしている。図21に表れているように、ガイド部材410は、底壁411と、この底壁411の両側縁部に形成された左右の起立壁412とを備えている。上記一对の第1ガイドレール421は、ガイド部材410の底壁411上に、上記移動経路GLを挟んでこれに平行に、相互に所定間隔を置いて配置されている。上記一对の第2ガイドレール422は、一对の第1ガイドレール421の外側において、上記移動経路GLを挟んでこれに平行に配置されている。上記第1ガイドレール421には、第1移動部材20Aがその下部に設けたスライダ22aを介して上記移動経路GLに沿って移動可能に支持されている。上記第2ガイドレール422には、第2移動部材20Bがスライダ22bを介して上記移動経路GLに沿って移動可能に支持されている。直進ガイド機構400のガイド部材410の上面は、各ガイドレール421、422の上方を覆うカバー部材420によって覆われている。

第1移動部材20Aと第2移動部材20Bとは、図17、図18等に表れているように、ガイド部材410の幅方向に所定長さ延びる水平板状のプロング支持部20a、20bを備えている。これらプロング支持部20a、20bは、図21に表れているように、すきまを介して上下に重なるように位置させられ、互いに干渉することなく上記移動経路GLに沿って移動可能である。

第1移動部材20Aのプロング支持部20aは、その下部に形成された膨出部23a、およびこの膨出部23aの下面に左右一对設けた上記スライダ22aを介して直接的に上記一对の第1ガイドレール421に支持されている。こうして、第1ガイドレール421に支持される第1移動部材20Aは、安定的な支持状態を得ることができる。一方、第2移動部材20Bのプロング支持部20bは、図21に表れているように、その幅方向両端部から上記第1移動部

材 20A のプロング支持部 20a の両側部を迂回して延びる一対の支持アーム 23b、およびこの支持アーム 23b に設けた上記スライダ 22b を介して上記一対の第 2 ガイドレール 422 に支持されている。これにより、第 1 移動部材 20A と第 2 移動部材 20B とは、全体としても、互いに干渉することなく
5 上記移動経路 GL に沿って移動可能である。第 2 移動部材 20B については、そのプロング支持部 20b が両持ち状に上記第 2 ガイドレール 422 に支持されるため、安定的な支持状態を得ることができる。第 1 移動部材 20A は、上記ガイド部材 410 の底壁 411 に形成したスリット 411a を貫通して延びる連結アーム 24a を介して上記第 1 駆動機構 30A に連携される。第 2 移動
10 部材 20B は、上記一対の支持アーム 23b のうちの一方を介して第 2 駆動機構 30B に連携される。

図 17 ～ 図 19 に示されているように、各プロング支持部 20a、20b には、ガイド部材 410 の長手方向に延びるプロング 21a、21b が一体的に支持されている。これらのプロング 21a、21b 上には、液晶表示パネルの
15 製造用ガラス基板等の、比較的大型の薄板状ワーク W が載置保持される。

上記第 1 移動部材 20A および上記第 2 移動部材 20B をそれぞれ上記のようにガイド部材 410 の移動経路 GL に沿って移動させるための第 1 駆動機構 30A および第 2 駆動機構 30B は、上記移動経路 GL に対して対称に形成されており、この第 6 の実施形態では、以下に説明するように構成されている。

すなわち、これら第 1 駆動機構 30A および第 2 駆動機構 30B は、第 1 リンクアーム 31、副リンクアーム 32 および中間リンク 33 からなる平行四辺形リンク機構 3A を備える。第 1 リンクアーム 31 は、上記した旋回ベース 300 のウイング部 310 において、旋回軸 O_s に対して横方向に所定距離離間して位置する第 1 垂直軸 O_1 を中心として回動駆動される。副リンクアーム 3
20 2 は、ウイング部 310 において、第 1 垂直軸 O_1 を通って上記移動経路 GL と平行な平行線上に位置する第 2 垂直軸 O_2 (図 18、図 23) を中心として
25 回動可能である。中間リンク 33 には、これら第 1 リンクアーム 31 および副

リンクアーム 3 2 が、第 3 垂直軸 O 3 および第 4 垂直軸 O 4 を中心として相対回動可能に連結される。第 1 垂直軸 O 1 と第 3 垂直軸 O 3 の軸間距離は、第 2 垂直軸 O 2 と第 4 垂直軸 O 4 の軸間距離と等しく、第 1 垂直軸 O 1 と第 2 垂直軸 O 2 の軸間距離は、第 3 垂直軸 O 3 と第 4 垂直軸 O 4 の軸間距離と等しい。

5 図 2 1 および図 2 3 に表れているように、上記第 1 リンクアーム 3 1 の基端に設けられた軸 3 1 a x は、上記ウイング部 3 1 0 に対してベアリング 4 1 を介して回轉可能に支持されている。これにより、アーム 3 1 は、上記第 1 垂直軸 O 1 を中心として回動可能である。上記副リンクアーム 3 2 もまた、図 2 3 に表れているように、その基端に設けられた軸 3 2 a x が、上記ウイング部 3 1 0 に対してベアリング 4 2 を介して回轉可能に支持されている。このため、アーム 3 2 は、上記第 2 垂直軸 O 2 を中心として回動可能である。図 2 1 および図 2 2 に表れているように、上記第 1 リンクアーム 3 1 の先端部には、軸 3 1 b x が設けられており、これが上記中間リンク 3 3 に対してベアリング 4 3 を介して回轉可能に支持されている。このため、アーム 3 1 は、中間リンク 3 3 に対して上記第 3 垂直軸 O 3 を中心として相対回動可能である。同様に、上記副リンクアーム 3 2 の先端部には、軸 3 2 b x が設けられており、これが上記中間リンク 3 3 に対してベアリング 4 4 を介して回轉可能に支持されている。このためアーム 3 2 は、中間リンク 3 3 に対して上記第 4 垂直軸 O 4 を中心として相対回動可能である。

20 上記構成により、第 1 リンクアーム 3 1 が回動駆動されると、平行四辺形リンク機構 3 A は変形する。しかしながら、中間リンク 3 3 の方向、すなわち、上記第 3 垂直軸 O 3 と第 4 垂直軸 O 4 を結ぶ直線の方法は、常に上記ガイド部材 4 1 0 の移動経路 G L と平行になる。

25 上記第 1 駆動機構 3 0 A と第 2 駆動機構 3 0 B は、第 5 垂直軸 O 5 (上記第 3 垂直軸 O 3 と第 4 垂直軸 O 4 を通る直線上に位置する) を中心として相対回動可能な第 2 リンクアーム 3 4 を備えている。図 2 2 に表れているように、この第 2 リンクアーム 3 4 の基部には、軸 3 4 a x が設けられており、当該軸が

- ベアリング45を介して中間リンク33に対して支持されている。これにより、アーム34は、上記第5垂直軸O5を中心として相対回動可能である。さらに、中間リンク33には、図22に表れているように、第1ギア31a（上記第1リンクアーム31に固定され、かつ上記第3垂直軸O3上に中心をもつ）と、
- 5 第2ギア34a（第2リンクアーム34に固定され、かつ上記第5垂直軸O5上に中心をもつ）とを備えている。これら第1ギア31aと第2ギア34aとは互いに噛み合わされており、かつ、同径のギアである。図20、図21等に表示されているように、第2リンクアーム34は、第1リンクアーム31に対し、上下方向に離間しており、これらが互いに干渉することはない。
- 10 図21に表れているように、上記第2リンクアーム34の内側端部は、各移動部材20A、20Bに対し、第6垂直軸O6を中心として相対回動可能に連結されている。具体的には、第1移動機構30Aについては、第2リンクアーム34の内側端部は、上記連結アーム24aに形成した軸34axをベアリング45を介して相対回動可能に支持することにより、第1移動部材20Aに対し、
- 15 し、第6垂直軸O6を中心として相対回動可能に連結されている。一方、第2移動機構30Bについては、第2リンクアーム34の内側端部は、上記支持アーム23bの一方に形成した軸34bxをベアリング46を介して相対回動可能に支持することにより、第2移動部材20Bに対し、第6垂直軸O6を中心として相対回動可能に連結されている。この第6垂直軸O6は、上記第1垂直
- 20 軸O1と第2垂直軸O2とを通る、上記移動経路GLと平行な水平直線（平行線）上に位置する。また、第2リンクアーム34の長さ、すなわち、第5垂直軸O5と第6垂直軸O6の軸間距離は、第1リンクアーム31の長さ、すなわち、第1垂直軸O1と第3垂直軸O3の軸間距離と等しくなっている。

- 第1駆動機構30Aおよび第2駆動機構30Bは、上記昇降ベース210内
- 25 に配置されたモータM3、M4を駆動源として駆動される。図21を参照して前述したように、旋回ベース300の下部円柱部301に設けた鉛直方向の中心孔307には、それぞれ回転可能な第1の伝動軸251と第2の伝動軸25

2 とが同軸状に支持されている。より具体的には、第 2 の伝動軸 2 5 2 は円筒状の軸とされ、上記中心孔 3 0 7 にベアリング 2 5 3 を介して回転可能に支持されているとともに、この第 2 の伝動軸 2 5 2 の内部に、上記第 1 の伝動軸 2 5 1 がベアリング 2 5 4 を介して回転可能に支持されている。第 1 の伝動軸 2 5 1 の下端は、昇降ベース 2 1 0 の中間壁 2 1 3 に支持させたモータ M 3 の出力軸に連結されている。第 2 の伝動軸 2 5 2 の下端には、プーリ 2 5 5 が設けられており、上記昇降ベース 2 1 0 の中間壁 2 1 3 に支持させたモータ M 4 の出力軸に取付けたプーリ 2 5 6 との間に無端ベルト 2 5 7 が掛け回されている。

前述したように、旋回ベース 3 0 0 のウイング部 3 1 0 には、第 1 リンクアーム 3 1 の基端の軸 3 1 a x がベアリング 4 1 を介して回転可能に支持されている。より詳細には、図 2 3 に表れているように、ベアリング 4 1 より上位には、シール機構 3 3 0 が介装されている。これにより、ウイング部 3 1 0 の中空部と外部とが気密シールされる。旋回ベース 3 0 0 の円柱部 3 0 1 には、上記したように、第 1 の伝動軸 2 5 1 および第 2 の伝動軸 2 5 2 を支持する中心孔 3 0 7 が形成されている。このため、ウイング部 3 1 0 の中空部が昇降ベース 2 1 0 の下部空間と連通することになるが、上記シール機構 3 3 0、昇降ベース 2 1 0 と旋回ベース 3 0 0 との間に設けた上記シール機構 3 0 6、および、上記ベローズ 2 3 0 が協働して、ウイング部 3 1 0 の中空部、昇降ベース 2 1 0 の内部、ないし、固定ベース 2 0 0 における上記ベローズ 2 3 0 より外周側の連通空間が、外部に対して気密シールされることになる。

図 2 1 に表れているように、第 1 リンクアーム 3 1 の基端の軸部 3 1 a x は、ウイング部 3 1 0 の中空部に支持させた減速機構 3 4 0 の出力側に連携されている。一方、この減速機構 3 4 0 の入力側の軸にはプーリ 3 4 1 が設けられている。第 1 駆動機構 3 0 A については、上記第 1 の伝動軸 2 5 1 の上端に設けたプーリ 2 5 1 a と上記減速機構 3 4 0 の入力側のプーリ 3 4 1 との間に無端ベルト 3 4 2 が掛け回される。一方、第 2 駆動機構 3 0 B については、上記第 2 の伝動軸 2 5 2 の上端に設けたプーリ 2 5 2 a と上記減速機構 3 4 0 の入力

側のプーリ 3 4 1 との間に無端ベルト 3 4 3 が掛け回される。これにより、モータ M 3 を正逆方向に回転駆動することにより、第 1 駆動機構 3 0 A における第 1 リンクアーム 3 1 が、第 1 垂直軸 O 1 を中心として回転させられる。一方、モータ M 4 を正逆方向に回転駆動することにより、第 2 駆動機構 3 0 B における第 1 リンクアーム 3 1 が、第 1 垂直軸 O 1 を中心として回転させられる。

次に、上記構成を備える搬送ロボット A 1 の全体的な動作について、説明する。

前述したように、第 1 駆動機構 3 0 A および第 2 駆動機構 3 0 B のそれぞれにおいて、第 1 リンクアーム 3 1 を第 1 垂直軸 O 1 を中心として回転させると、上記平行四辺形リンク機構 3 A が変形するが、中間リンク 3 3 の方向、すなわち、第 3 垂直軸 O 3 と第 4 垂直軸 O 4 を結ぶ直線は、常に上記ガイド部材 4 1 0 の移動経路 G L と平行な関係を維持する（図 2 4、図 2 5 参照）。一方、図 2 2 および図 2 4 に表れているように、中間リンク 3 3 において、第 1 リンクアーム 3 1 に固定された第 1 ギア 3 1 a と第 2 リンクアーム 3 4 に固定された第 2 ギア 3 4 a は、同じ径であって互いに噛み合っているため、第 1 リンクアーム 3 1 と中間リンク 3 3 とがなす角 α と、第 2 リンクアーム 3 4 と中間リンク 3 3 とがなす角 β とは、常に等しくなる（図 2 4）。前述したように、第 1 リンクアーム 3 1 と第 2 リンクアーム 3 4 とは長さが等しいから、第 1 垂直軸 O 1 と第 6 垂直軸 O 6 を結ぶ直線は、常に中間リンク 3 3、すなわち、第 3 垂直軸 O 3 と第 5 垂直軸 O 5 を結ぶ直線と平行となる。このことは、上記第 1 駆動機構 3 0 A および第 2 駆動機構 3 0 B が、対応する第 1 移動部材 2 0 A および第 2 移動部材 2 0 B を、ガイド部材 4 1 0 の移動経路 G L に沿って移動させることができることを意味する。

上記実施形態では、第 1 リンクアーム 3 1 と第 2 リンクアーム 3 4 とは、互いに上下方向に離間させられていて干渉することがないので、図 2 4、図 2 5 に表れているように、第 1 リンクアーム 3 1 が第 1 垂直軸 O 1 に対してガイド部材 4 1 0 の長手方向一端方向に回転している状態から、ガイド部材 4 1 0 の

長手方向他端方向に回動している状態まで、不都合なく上記平行四辺形リンク機構 3 A の変形が行なわれ、ガイド部材 4 1 0 の全長にわたって各移動部材 2 0 A, 2 0 B を移動させることができる。そして、上記したように、第 1 駆動機構 3 0 A および第 2 駆動機構 3 0 B は、それ自体、対応する第 1 移動部材 2 0 A および第 2 移動部材 2 0 B を上記水平直線状の移動経路 G L に沿って移動させることができるので、（第 1 リンクアーム 3 1 と第 2 リンクアーム 3 4 とが重なる）いわゆる思案点付近においても（図 1 7、図 1 8 の状態）、適切に各移動部材 2 0 A, 2 0 B を移動させることができる。

この搬送ロボット A 1 においてはまた、各移動部材 2 0 A, 2 0 B の最終的な移動直進性は上記したように直進ガイド機構 4 0 0 によって達成される。また、各移動部材 2 0 A, 2 0 B およびこれに載置されるワーク W の重量もまた、実質的に直進ガイド機構 4 0 0 によって支持される。したがって、上記第 1 駆動機構 3 0 A および第 2 駆動機構 3 0 B に求められる部材強度あるいは各部の精度が低くてよく、その結果、この搬送ロボット A 1 は、低コストで製作することができる。

さらに、上記構成の搬送ロボット A 1 は、第 1 駆動機構 3 0 A および第 2 駆動機構 3 0 B により、第 1 移動部材 2 0 A と第 2 移動部材 2 0 B とを、平面視において同一の直線状移動経路（ガイド部材 4 1 0 の移動経路 G L）に沿って各別に移動させることができるため、ワーク W の搬送効率が著しく向上する。

なお、この実施形態に係る搬送ロボット A 1 は、旋回ベース 3 0 0 が支持される昇降ベース 2 1 0 が固定ベース 2 0 0 に対して昇降するように構成されている。このため、直進ガイド機構 4 0 0 の上下高さを適宜変更することができるし、また、旋回ベース 3 0 0 を旋回軸 O s を中心として旋回させることにより、ガイド部材 4 1 0 の中心軸（移動経路 G L）が所望の方向を向くように適宜直進ガイド機構 4 0 0 を旋回させることができる。また、直進ガイド機構 4 0 0 において、第 1 移動部材 2 0 A のプロング支持部 2 0 a および第 2 移動部材 2 0 B のプロング支持部 2 0 b は、互いに干渉することなくすきまを介して

上下に離間しているが、昇降ベース 210 を昇降させることにより、第 1 移動部材 20A のプロング支持部 20a と第 2 移動部材 20B のプロング支持部 20b との 3 次元的な移動経路を完全一致させることもできる。したがって、同一の搬送元からのワーク W の受け取り、あるいは同一の搬送先へのワーク W の受け渡しといった作業を、第 1 移動部材 20A と第 2 移動部材 20B のいずれを用いても行うことができるのであり、これにより、ワーク W の搬送効率が著しく向上するのである。

また、上記構成の搬送ロボット A1 は、上記したように、固定ベース 200 における上記ベローズ 230 の外周側の空間、昇降ベース 210 の内部、ないし、旋回ベース 300 のウイング部 310 の中空部にいたって連通する空間は、外部に対して気密シールされている。したがって、昇降ベース 210 を昇降させるためのモータ M1 ないし関連機構、旋回ベース 300 を旋回させるためのモータ M2 ないし関連機構、第 1 駆動機構 30A の第 1 リンクアーム 31 を回動させるためのモータ M3 ないし減速機構 340 を含めた関連機構、および、第 2 駆動機構 30B の第 1 リンクアーム 31 を回動させるためのモータ M4 ないし減速機構 340 を含めた関連機構として、真空対応のものではない安価な構成のものを採用しても、この搬送ロボット A1 を真空雰囲気下に設置して、作動させることができる。

次に、図 26 ～図 31 は、本発明の第 7 の実施形態に係る搬送ロボットを示している。なお、この第 7 の実施形態については、特に第 6 の実施形態や第 4 の実施形態の要素と同一または類似の要素を同一符号で示し、その説明を適宜省略する。

この第 7 の実施形態では、図 26 ～図 29 に表れているように、第 2 移動部材 20B には、別の補助移動部材 2' が移動経路 GL に沿って移動可能に支持されている。この補助移動部材 2' は、プロング 21b' およびプロング支持部 20b' を有しており、プロング支持部 20b' には、移動経路 GL に対して交差する方向に長手状の案内溝 20' が設けられている。このような第 7 の

実施形態においては、第2移動部材20Bと第2駆動機構30B'の構成が上記第6の実施形態の構成と異なる。その他、第1リンクアーム31と副リンクアーム32との位置関係が逆である点等を除き、第1移動部材20Aや第1駆動機構30A等の構成については、上記第6の実施形態の構成と同様である。

- 5 なお、第1リンクアーム31と副リンクアーム32との位置関係が第6の実施形態とは逆であるが、第6の実施形態等と同様の動作となる。

- 具体的には、図29によく表れているように、第2移動部材20Bは、その上部に一对のガイドレール23を有する。これらのガイドレール23は、第2移動部材20Bの上部において、上記移動経路GLを挟んでこれに平行に、相互に所定間隔を置いて配置されている。上記ガイドレール23には、補助移動部材2'がその下部に設けたスライダ22'を介して上記移動経路GLに沿って移動可能に支持されている。また、第2移動部材20Bは、その上部から両側を迂回して延びる一对の支持アーム23bを有しており、これら支持アーム23bの一方には、上向き突出状に軸34bxが形成されている（図27～29参照）。このような第2移動部材20Bは、上記軸34bxを介して第2駆動機構30B'に連携されている。一方、補助移動部材2'は、上記案内溝20'の内部にガイドレール21'を備えている。このガイドレール21'には、第2リンクアーム34がその先端軸34cxのスライダ34cを介して移動可能に支持されている（図29参照）。つまり、補助移動部材2'も、上記先端軸34cxを介して第2駆動機構30B'に連携されている。
- 10
15
20

- 上記第2駆動機構30B'は、これに含まれる第1リンクアーム31、副リンクアーム32、および中間リンク33の構成が上記第6の実施形態の構成と同様であるものの、第2リンクアーム34の構成が若干異なる。第2リンクアーム34は、図29に表れているように、第1リンクアーム31に対し、上下方向に相当離間しており、これらが互いに干渉することはない。この第2リンクアーム34の先端部は、上記先端軸34cxをベアリング47を介して相対回転可能に支持することにより、補助移動部材2'に対し、第7垂直軸O7を
- 25

中心として相対回動可能で、なおかつ上記案内溝 20' に沿って変位可能に連結されている。このような第 2 リンクアーム 34 の長さ、すなわち、第 5 垂直軸 O5 と第 7 垂直軸 O7 の軸間距離は、第 1 リンクアーム 31 の長さ、すなわち、第 1 垂直軸 O1 と第 3 垂直軸 O3 の軸間距離より大きくなっている。ただし、第 2 リンクアーム 34 における第 5 垂直軸 O5 と第 6 垂直軸 O6 の軸間距離は、第 1 垂直軸 O1 と第 3 垂直軸 O3 の軸間距離と等しい。

また、上記第 6 の実施形態と同様に、上記第 2 駆動機構 30B' の第 1 リンクアーム 31 には、第 3 垂直軸 O3 上に中心をもつ第 1 ギア 31a が固定されており、第 2 駆動機構 30B' の第 2 リンクアーム 34 には、第 5 垂直軸 O5 上に中心をもつ第 2 ギア 34a が固定されている。これら第 1 ギア 31a と第 2 ギア 34a とは、同径であって互いに噛み合わされているため、第 1 リンクアーム 31 が第 1 垂直軸 O1 を中心として回動すると、それに伴い第 2 リンクアーム 34 が第 5 垂直軸 O5 を中心として所定の方に回動する。

このような構成によれば、上記第 6 の実施形態によるものと同様の利点に加え、先述した第 4 の実施形態によるものと同様の利点を享受することができる。さらに優れた点としては、以下の点を挙げることができる。

例えば、図 30A～B および図 31A～B に示されているように、上記構成を備えた搬送ロボットは、トランスポートチャンバ T 内に配置されている。このトランスポートチャンバ T は、開閉式のドア D を介してプロセスチャンバ P に連通している。トランスポートチャンバ T 内の搬送ロボットは、ドア D を開とすることにより、プロセスチャンバ P へのワーク W の移送が可能となる。なお、図示の便宜上、図 30A～B には、第 1 移動部材 20A および第 1 移動機構 30A を示し、図 31A～B には、第 2 移動部材 20B および補助移動部材 2' ならびに第 2 駆動機構 30B' を示す。

図 30A および 30B に示されているように、第 1 移動部材 20A および第 1 移動機構 30A を利用してトランスポートチャンバ T からプロセスチャンバ P へとワーク W を移送する場合には、第 6 の実施形態で説明したように第 1 移

動機構 30A が作動することにより、移動経路 GL に沿って第 1 移動部材 20A が前進動する。このとき、図 30B に示されているように、第 1 移動部材 20A については、プロング 21a とともにプロング支持部 20a の一部もドア D を越えてプロセスチャンバ P 内に進入する。

- 5 一方、図 31A および 31B に示されているように、第 2 移動部材 20B および補助移動部材 2' ならびに第 2 駆動機構 30B' を利用してトランスポートチャンバ T からプロセスチャンバ P へとワーク W を移送する場合には、第 4 の実施形態で説明した移動機構のように第 2 駆動機構 30B' が作動することにより、移動経路 GL に沿って第 2 移動部材 20B および補助移動部材 2' が
- 10 連動しながら前進動する。このとき、図 31B に示されているように、第 2 移動部材 20B については、支持アーム 23b が移動経路 GL の両側に張り出しており、この支持アーム 23b がドア D の両側と干渉するため、ドア D の手前で止まる。その一方、補助移動部材 2' については、プロング支持部 20b' が
- 15 ドア D の幅よりも小さいため、このプロング支持部 20b' の一部もプロング 21b' とともにドア D を越えてプロセスチャンバ P 内に進入する。したがって、上下 2 段式の移動部材 20A、20B を備えた構成でも、同じ位置までワーク W を移送することができる。また、トランスポートチャンバ T とプロセスチャンバ P との間には、できる限り幅の小さいドア D を設けることができ、ひ
- 20 いてはトランスポートチャンバ T やプロセスチャンバ P を小型化することができる。

図 32 ～ 図 34 は、本発明の第 8 の実施形態に係る搬送ロボットを示している。なお、この第 8 の実施形態については、特に第 7 の実施形態の要素と同一または類似の要素を同一符号で示し、その説明を適宜省略する。

- この第 8 の実施形態では、図 32 および図 33 に表れているように、第 1 移
- 25 動部材 20A のプロング 21a と補助移動部材 2' のプロング 21b' が重なる状態において、第 1 移動部材 20A と第 2 移動部材 20B とが上下に離間するすきまには、水平状のカバー 7 が設けられている。このカバー 7 は、図 32

- によく示されているように、第1移動部材20Aのプロング21aと補助移動部材2'のプロング21b'が重なる領域から第1移動部材20Aと第2移動部材20Bが重なる領域まで占めており、ワークW全体を覆う面積をもっている。また、上記カバー7は、図33によく示されているように、第1移動部材
- 5 20Aの両側部を迂回して延びる一对の支持アーム7a'を介して直進ガイド機構400に支持されている。つまり、カバー7'の下方では、第1移動部材20Aが移動経路GLに沿って移動可能であり、カバー7'の上方では、第2移動部材20Bおよび補助移動部材2'が移動経路GLに沿って移動可能である。
- 10 このような構成によれば、次のような利点を得られる。
- 例えば、図34Aおよび34Bに示されているように、第1移動部材20Aおよび第1移動機構30Aを利用してトランスポートチャンバTからプロセスチャンバPへとワークWを移送する場合には、第7の実施形態と同様に第1移動機構30Aを作動させることにより、移動経路GLに沿って第1移動部材2
- 15 0Aを前進動させることができる。また、図34Cに示されているように、第2移動部材20Bおよび補助移動部材2'ならびに第2駆動機構30B'を利用してトランスポートチャンバTからプロセスチャンバPへとワークWを移送する場合にも、第7の実施形態と同様に第2駆動機構30B'を作動させることにより、移動経路GLに沿って第2移動部材20Bおよび補助移動部材2'
- 20 を前進動させることができる。第2移動部材20Bおよび補助移動部材2'が移動する際には、それに伴って第2移動部材20Bや補助移動部材2'、あるいは補助移動部材2'のプロング21b'に載せられたワークWから異物（パーティクル）が下方に落ちてくることがある。このような異物は、カバー7によって受け止められる。したがって、本実施形態の搬送ロボットによれば、特
- 25 に第1移動部材20Aに載せられた状態で第2移動部材20Bよりも下方に位置するワークWに関し、搬送時に異物が付着するといったおそれがない。このようなカバーは、第6実施形態のロボットに設けても良い。

本発明は、上記した実施の形態に限定されるものではない。例えば、上記第 1 の実施形態等では、駆動機構（3，30A，30B，30B'）を作動させるためにギア列が備えられている。しかしながら、この種の駆動機構を作動させるための機構としては、例えばプーリとベルトを用いて動力を伝える仕組みでもよい。

上記第 1 および第 6 の実施形態の変形例としては、例えば図 35A～C に示されている構成を備えた駆動機構でもよい。この変形例に係る駆動機構では、上記第 1 ギア（31a）に代え、第 1 リンクアーム 31 には、第 3 垂直軸 O3 上に中心をもつ第 1 間欠ギア 31a' が固定されている。また、上記第 2 ギア（34a）に代え、第 2 リンクアーム 34 には、第 5 垂直軸 O5 上に中心をもつとともに上記第 1 間欠ギア 31a' と一時的に噛み合う第 2 間欠ギア 34a' が固定されている。第 1 間欠ギア 31a' は、その周部一部に凹部 31aa' を有する一方、第 2 間欠ギア 34a' は、その周部一部に凸部 34aa' を有する。これら第 1 間欠ギア 31a' および第 2 間欠ギア 34a' は、図 35B に示されているように、思案点付近において凹部 31aa' と凸部 34aa' とが互いに噛み合うように位置決めされた状態で、それぞれ第 1 リンクアーム 31 および第 2 リンクアーム 34 に固定されている。

このような変形例の構成によれば、図 35A および 35C に示されているように、移動部材（図示略）が思案点に対してある程度の前進位置や後退位置をとるときは、第 1 間欠ギア 31a' の凹部 31aa' と第 2 間欠ギア 34a' の凸部 34aa' とが噛み合わない。このような状態でも第 1 リンクアーム 31 が第 1 垂直軸（図示略）を中心として所定方向に回転する状況においては、第 2 リンクアーム 34 と移動部材との連結点（図示略した第 6 垂直軸）が移動経路（図示略）と常に一致あるいは常に平行するように設定されている。このため、第 2 リンクアーム 34 が第 5 垂直軸 O5 を中心として所定方向に回転し、それに伴い移動部材が移動経路に沿って移動する。一方、図 35B に示されているように、移動部材が思案点付近にあるときには、第 1 間欠ギア 31a' の

凹部 3 1 a a' と第 2 間欠ギア 3 4 a' の凸部 3 4 a a' とが確実に噛み合う。

これにより、思案点付近で第 1 リンクアーム 3 1 が第 1 垂直軸を中心として所定方向に回転すると、それに連動して第 2 リンクアーム 3 4 が第 5 垂直軸 O 5 を中心として所定方向に回転し、それに伴い移動部材が移動経路に沿って移動する。したがって、図 3 5 に示される変形例の駆動機構によっても、移動部材を移動経路上の最前進位置から思案点を経て最後退位置まで、あるいはその逆方向に滞りなくスムーズに移動させることができる。

上記第 5 の実施形態に関しても、上記と同様の間欠ギアを備えた構成を変形例として採用してもよい。その場合、第 1 リンクアーム (3 1) には、第 3 垂直軸 (O 3) 上に中心をもつ第 1 間欠ギア (3 1 a') に加え、第 8 垂直軸 (O 8) 上に中心をもつ第 3 間欠ギアが固定される。また、第 2 リンクアーム (3 4) には、第 5 垂直軸 (O 5) 上に中心をもつとともに上記第 1 間欠ギア (3 1 a') と一時的に噛み合う第 2 間欠ギア (3 4 a') が固定される。さらに、第 3 リンクアーム (3 5) には、第 10 垂直軸 (O 10) 上に中心をもつとともに上記第 3 間欠ギアと一時的に噛み合う第 4 間欠ギアが固定される。互いに噛み合う間欠ギアの関係については、先述した点と同様である。

本発明につき、以上のように説明したが、これを他の様々な態様に改変し得ることは明らかである。このような改変は、本発明の思想及び範囲から逸脱するものではなく、当業者に自明な全ての変更は、以下における請求の範囲に含まれるべきものである。

請求の範囲

1. 水平直線状の移動経路が設定されたガイド部材と、
上記移動経路に沿って移動可能な移動部材と、
- 5 上記移動部材を駆動する駆動機構と、を具備しており、
 上記駆動機構は、第1垂直軸を中心として回転する第1リンクアームと、
 第1端および第2端を有する第2リンクアームと、を含み、上記第1垂直軸は、
 上記移動経路および上記移動経路に平行な平行線のいずれかの上に位置してお
 り、上記第1端は、上記第2リンクアームが水平面内で回転するように上記
10 第1リンクアームに連結されており、上記第2端は、上記第2リンクアームが
 水平面内で回転するように上記移動部材に連結されている、直線移動機構。
2. 上記第1リンクアームが上記第1垂直軸を中心として回転される場合にお
 いて上記第2リンクアームと上記移動部材との連結部が描く軌跡は、上記移動
15 経路と一致する、あるいは、上記移動経路に平行な平行線と一致する、あるい
 は、上記移動経路に略沿って延びる弧線と一致する、のいずれかである、請求
 項1に記載の直線移動機構。
3. 上記駆動機構は、上記第1垂直軸と異なる第2垂直軸を中心として回転可
20 能な副リンクアームと、上記第1リンクアームおよび上記副リンクアームがそ
 れぞれ第3垂直軸および第4垂直軸を中心として回転可能に連結される中間リ
 ンクと、を備えており、その結果、平行四辺形リンク機構が、上記第1リンク
 アーム、上記副リンクアームおよび上記中間リンクによって構成されることと
 なり、
- 25 上記中間リンクには、上記第2リンクアームが、上記第3垂直軸と上記第
 4垂直軸を通る直線上に位置する第5垂直軸を中心として回転するように連結
 されており、上記第2リンクアームは、第6垂直軸を中心として回転するよう

に上記移動部材に連結されており、かつ、

上記第5垂直軸と上記第6垂直軸との離間距離は、上記第1垂直軸と上記第3垂直軸との離間距離と等しく設定されている、請求項1に記載の直線移動機構。

5

4. 上記第2リンクアームは、上記第6垂直軸が上記移動経路と交差する方向に変位可能であるように上記移動部材に連結されている、請求項3に記載の直線移動機構。

10 5. 上記移動部材に支持され、かつ、上記移動経路に沿って移動可能な補助移動部材をさらに具備する構成において、上記第2リンクアームは、上記第5垂直軸および上記第6垂直軸を通る線上に位置する第7垂直軸を中心として回動可能であるように上記補助移動部材に連結されており、かつ、上記第2リンクアームは、上記第7垂直軸が上記移動経路と交差する方向に変位可能であるように上記補助移動部材に連結されており、上記第1リンクアームが上記第1垂直軸を中心として回動する場合において、上記第7垂直軸が描く軌跡は、上記移動経路に略沿って延びる弧線と一致する、請求項3に記載の直線移動機構。

20 6. 上記移動部材に支持され、かつ、上記移動経路に沿って移動可能な補助移動部材をさらに具備する構成において、上記平行四辺形リンク機構には、上記中間リンクより外側において、上記第1リンクアームおよび上記副リンクアームに第8垂直軸および第9垂直軸を中心として回動可能に連結された補助中間リンクが含まれており、この補助中間リンクには、上記第8垂直軸と上記第9垂直軸を通る直線上に位置する第10垂直軸を中心として回動可能な第3リンクアームが連結されているとともに、この第3リンクアームは、上記補助移動部材に対し、第11垂直軸を中心として回動可能に連結されており、かつ、上記第10垂直軸と上記第11垂直軸との離間距離は、上記第1垂直軸と上記第

8 垂直軸との離間距離と等しく設定されている、請求項 3 に記載の直線移動機構。

7. 上記駆動機構は、上記第 1 垂直軸と異なる第 2 垂直軸を中心として回動可能な副リンクアームと、上記第 1 リンクアームおよび副リンクアームがそれぞれ第 3 垂直軸および第 4 垂直軸を中心として回動可能に連結される中間リンクと、を備えており、その結果、平行四辺形リンク機構が、上記第 1 リンクアーム、上記副リンクアームおよび上記中間リンクによって構成されることとなり、

上記中間リンクには、上記第 2 リンクアームが、上記第 3 垂直軸と上記第 4 垂直軸を通る直線上に位置する第 5 垂直軸を中心として回動するように連結されており、上記第 2 リンクアームは、第 6 垂直軸を中心として回動するように上記移動部材に連結されており、かつ、上記第 2 リンクアームは、上記第 6 垂直軸が上記移動経路と交差する方向に変位可能であるように上記移動部材に連結されており、

15 上記第 5 垂直軸と上記第 6 垂直軸との離間距離は、上記第 1 垂直軸と上記第 3 垂直軸との離間距離より大きく設定されている、請求項 1 に記載の直線移動機構。

8. 上記第 1 リンクアームには、上記第 3 垂直軸上に中心をもつ第 1 ギアが固定されており、上記第 2 リンクアームには、上記第 5 垂直軸上に中心をもつ第 2 ギアが固定されており、上記第 1 ギアおよび上記第 2 ギアは、相互に噛み合い、かつ、直径が同じである、請求項 7 に記載の直線移動機構。

9. 上記第 1 リンクアームには、上記第 3 垂直軸上に中心をもつ第 1 間欠ギアが固定されており、上記第 2 リンクアームには、上記第 5 垂直軸上に中心をもつ第 2 間欠ギアが固定されており、上記第 1 間欠ギアおよび上記第 2 間欠ギアは、一時的に相互に噛み合う関係に置かれるように構成されている、請求項 3

に記載の直線移動機構。

10. 上記第1リンクアームには、上記第3垂直軸上に中心をもつ第1ギアおよび上記第8垂直軸上に中心をもつ第3ギアが固定されており、上記第2リンクアームには、上記第5垂直軸上に中心をもつ第2ギアが固定されており、上記第2ギアは、上記第1ギアと噛み合いかつこれと同径であり、上記第3リンクアームには、上記第10垂直軸上に中心をもつ第4ギアが固定されており、上記第4ギアは、上記第3ギアと噛み合いかつこれと同径である、請求項6に記載の直線移動機構。

10

11. 上記第1リンクアームには、上記第3垂直軸上に中心をもつ第1間欠ギアおよび上記第8垂直軸上に中心をもつ第3間欠ギアが固定されており、上記第2リンクアームには、上記第5垂直軸上に中心をもつ第2間欠ギアが固定されており、上記第2間欠ギアは、上記第1間欠ギアと一時的に噛み合うように構成されており、上記第3リンクアームには、上記第10垂直軸上に中心をもつ第4間欠ギアが固定されており、上記第4間欠ギアは、上記第3間欠ギアと一時的に噛み合う構成とされている、請求項6に記載の直線移動機構。

15

12. 水平直線状の移動経路に沿ってワークを移動するための直線移動機構と、上記直線移動機構を支持する固定ベースと、を具備しており、

20

上記直線移動機構が、水平直線状の移動経路が設定されたガイド部材と、上記移動経路に沿って移動可能な移動部材と、上記移動部材を駆動する駆動機構と、を具備しており、上記駆動機構は、第1垂直軸を中心として回転する第1リンクアームと、第1端および第2端を有する第2リンクアームと、を含み、上記第1垂直軸は、上記移動経路および上記移動経路に平行な平行線のいずれかの上に位置しており、上記第1端は、上記第2リンクアームが水平面内で回転するように上記第1リンクアームに連結されており、上記第2端は、上記

25

第2リンクアームが水平面内で回転するように上記移動部材に連結されており、かつ、

上記移動経路上に位置する鉛直回転軸を中心として上記ガイド部材が回転するように、上記直線移動機構が上記固定ベースに支持されており、上記移動部材には、上記ワークを載置するためのプロングが設けられている、搬送ロボット。

13. 上記直線移動機構は、上記回転軸に沿って昇降するように上記固定ベースに支持されている、請求項12に記載の搬送ロボット。

10

14. 上記直線移動機構は、上記回転軸を中心として上記固定ベースに対して旋回可能な旋回ベースに設けられており、上記移動部材は、上記移動経路に沿って相互に干渉することなく移動可能に上記ガイド部材に支持された第1移動部材および第2移動部材を含んでいるとともに、上記駆動機構は、上記第1移動部材および上記第2移動部材をそれぞれ駆動するように上記旋回ベースに設けられた第1駆動機構および第2駆動機構を含んでいる、請求項12に記載の搬送ロボット。

15. 上記第1駆動機構および上記第2駆動機構は、上記移動経路に対して対称に配置されている、請求項14に記載の搬送ロボット。

16. 上記ガイド部材には、一対の第1ガイドレールおよび一対の第2ガイドレールが備えられており、上記第1ガイドレールは、上記第1移動部材を移動可能に支持するとともに上記移動経路を挟むように位置しており、上記第2ガイドレールは、上記第2移動部材を移動可能に支持するとともに上記一対の第1ガイドレールの外側において上記移動経路を挟むように位置している、請求項14に記載の搬送ロボット。

17. 上記第 1 移動部材および上記第 2 移動部材の各々は、複数のプロングを支持するプロング支持部を備えており、上記第 2 移動部材のプロング支持部は、上記第 1 移動部材のプロング支持部より上位に位置しているとともに、上記第 2 移動部材は、上記第 2 移動部材のプロング支持部の両側部から上記第 1 移動部材のプロング支持部の両側部を迂回して延びる一对の支持アームを介して上記一对の第 2 ガイドレールに支持されている、請求項 16 に記載の搬送ロボット。
18. 上記第 1 移動部材は、上記一对の第 2 ガイドレールの内側において、上記ガイド部材を貫通して延びる連結アームを備えるとともに、この連結アームを介して上記第 1 駆動機構の第 2 リンクアームに連結されている一方、上記第 2 移動部材は、上記一对の支持アームの適部において上記第 2 駆動機構の第 2 リンクアームに連結されている、請求項 17 に記載の搬送ロボット。
19. 上記第 2 移動部材に支持された補助移動部材をさらに具備する構成において、上記第 1 移動部材および上記補助移動部材の各々は、複数のプロングを支持するプロング支持部を備えており、上記補助移動部材のプロング支持部は、上記第 1 移動部材のプロング支持部より上位に位置しているとともに、上記第 2 移動部材は、上記第 2 移動部材の両側部から上記第 1 移動部材のプロング支持部の両側部を迂回して延びる一对の支持アームを介して上記一对の第 2 ガイドレールに支持されている、請求項 16 に記載の搬送ロボット。
20. 上記第 1 移動部材は、上記一对の第 2 ガイドレールの内側において、上記ガイド部材を貫通して延びる連結アームを備え、この連結アームを介して上記第 1 駆動機構の第 2 リンクアームに連結されている一方、上記第 2 移動部材は、上記一对の支持アームの適部において上記第 2 駆動機構の第 2 リンクアームに連結されており、かつ、上記補助移動部材は、上記移動経路と交差する方向に

長手状の案内溝を介して上記第 2 駆動機構の第 2 リンクアームに連結されている、請求項 19 に記載の搬送ロボット。

要約書

- 直線移動機構は、水平直線状の移動経路が設定されたガイド部材と、上記移動経路に沿って移動可能な移動部材と、上記移動部材を駆動する駆動機構と、
- 5 を具備している。上記駆動機構は、第1垂直軸を中心として回転する第1リンクアームと、第1端および第2端を有する第2リンクアームとを含む。上記第1垂直軸は、上記移動経路および上記移動経路に平行な平行線のいずれかの上に位置している。上記第1端は、上記第2リンクアームが水平面内で回転するように上記第1リンクアームに連結されている。上記第2端は、上記第2リ
- 10 ンクアームが水平面内で回転するように上記移動部材に連結されている。

(F i g . 1)